

雞糞生質能發電之投資可行性分析

謝德行^{*}、蘇忠楨^{**}、蕭為澤^{***}、張靜貞^{****}、徐世勳^{*****}

近年來世界先進國家皆重視再生能源的使用，而台灣之能源由於仰賴進口，故政府單位近年積極投入於加強我國之能源自主性與再生能源之發展。使用雞糞廢棄物做為生質能燃燒發電之原料，除了可以提供多一種再生能源選項、解決土地汙染問題，相較其他類型之再生能源，無季節性空洞期之問題，故有其值得研究評估及發展之重要性。

本研究的問卷分析結果顯示，雞糞供給之主觀意願方面，大多數之養雞戶同意提供雞糞給予燃燒發電廠再利用，但對於影響提供雞糞與否之因素，出售方式的不同有顯著差異性存在。又本研究發現，提供雞糞予燃燒發電廠之同意程度與無償供給雞糞之雞農呈負相關，即目前無償供給雞糞之雞農提供雞糞予燃燒發電廠之同意程度，較目前有償售出雞糞之雞農來得小。

設廠鄉鎮選擇方面，透過運輸成本最小的客觀考量，顯示以彰化縣當中之芳苑鄉為最適合的雞糞燃燒發電廠設立鄉鎮，於財務之投資成本收益方面，在業者原料購買模式，以及政府補助程度下的投資報酬分析可以發現，業者在有購料費支出的模式下皆無法在 15 期內獲利；業者無購料費支出之獲利會較有購料費替代支出多；政府給予業者期初建設經費補助越多，還本期越短。

關鍵詞：生質能燃燒發電、問卷分析、線性規劃、投資可行性、補貼

* 國立台灣大學農業經濟學系博士生。

** 國立台灣大學動物科學技術學系副教授；本文之通信作者，Email：jjsu@ntu.edu.tw。

*** 國立台灣大學農業經濟學系碩士。

**** 中央研究院經濟研究所研究員暨台灣大學農業經濟研究所合聘教授。

***** 國立台灣大學農業經濟學系教授。

本文承蒙兩位匿名審查人及主編的許多寶貴建議和指正，特此致謝，惟文中若有任何疏誤，概由作者負責。同時特別感謝農委會委託科技計劃（102 農科-14.1.6-牧-U1）的經費補助。

農業經濟叢刊 (Taiwanese Agricultural Economic Review), 22:2(2016), 31-70。

臺灣農村經濟學會出版

I、前言

隨著科技進步與人口的成長，人類對於能源之需求與日俱增，工商業社會快速發展以及社會經濟頻繁活動的背後，是人類過度且快速的資源開發，也因而消耗了大量的化石燃料，但化石燃料之存量是有限的，其累積所需之形成時間遠趕不上人類的使用速度，若依此方式使用石化燃料，則未來可能產生能源耗盡的危機。各國近年來開始重視能源安全問題，同時在能源多樣性以及全球暖化等議題上進行評估，以了解各種再生能源地發展對於自身國家能源使用之可行性（行政院經濟部能源局，2013a）。台灣因土地面積狹小且自然資源不足，以致於環境承載力有限，因此在能源的使用上絕大部分須仰賴進口，且能源供給以煤、石油及天然氣為主要發電來源之類別，再生能源目前於台灣之使用占比仍然偏低（行政院經濟部能源局，2013b）。隨著近年來國際上均有意識地加強對於環境保護以及能源永續利用的重視性，紛紛投入大量資源在增加自身國家能源多樣性之發展。

有鑑於此，我國政府也極力推廣能源永續發展政策。近年來，台灣的進口能源比重逐漸降低，自產能源比重漸漸上升，根據經濟部能源局資料顯示，2011 年的進口能源佔能源供給比重較 2010 年減少了 3.10%、自產能源比重則是增加了 2.33%，由此可知，發展新的永續能源種類是近年來推廣之趨勢（行政院經濟部能源局，2012）。在 2008 年通過之「永續能源政策綱領」主要有提高能源效率、發展潔淨能源及確保能源供給穩定等三大目標。其中針對發展潔淨能源之目標，擬使全國二氧化碳排放減量，於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量；發電系統中低碳能源占比由 40% 增加至 2025 年的 55% 以上，推動能源結構改造與效率提升，積極發展無碳再生能源，有效運用再生能源開發潛力，於 2025 年佔發電系統的 8% 以上，以上都代表了我國對發展再生能源的積極程度（行政

院經濟部能源局，2008)。

而再生能源之種類很多，我國目前的發展研究又以探討風力及太陽能發電居多，但這些再生能源種類會有季節性供給空洞期的問題，如秋冬季節或陰雨天時、太陽光能的供給量就會產生不足；風力發電廠因缺乏強勁風能而不運轉的例子更是時有所聞，因此能源供給是否能由人為掌控，應是永續能源發展的重要參考指標之一。根據以上考量，在整體能源發展，應朝向多元、且能提高供給穩定之相關能源取得方式。

在燃燒原料方面，芒草類植物、農業稻桿廢棄物等種類為皆可作為燃料發電之分析（魏國棟，2004；Hu *et al.*，2011；Kung、McCarl & Cao，2013）。同樣可作為熱能轉換之家禽糞便，最簡易的處理方式是運用於土地施肥，但以家禽類糞便作為土地利用容易導致地力養份過剩的問題，進而污染至地下水源之利用。禽類所產生之糞便廢棄物，若未先經適當處理或使用未腐熟之生雞糞直接做為肥料，極易造成氣味、環境衛生以及地力不均衡等問題。目前台灣雞糞的處理方式雖多以土地利用為大宗，但因為雞隻的區域集中飼養特性，以致於鄰近地區之土地施肥利用多已達飽和狀態，若施肥量超過土地所需則會造成土地汙染以及地下水的水源汙染等問題，故為當前需重視及改善之議題。

目前台灣雞糞之再利用方式多以土地施肥為主，雞糞廢棄物若以堆肥方式先行處理，則飼養規模較大之養雞戶雖可以自行興建堆肥場來處置，但陳得財（1997）之研究中發現，以國內一家飼養六萬隻蛋雞之壕溝式翻堆處理堆肥場為例，僅飼養規模較大之養雞戶具有自設堆肥場以處理雞糞之經濟上的可行性，而飼養規模較小之養雞戶若欲建立自身之堆肥場來處理雞糞排泄物則於經濟上較不可行。台灣目前雞隻飼養主要集中於中南部地區，尤其彰化縣雞隻飼養數占了全國 1/4 以上，然由於台灣土地面積並不大，因此雞隻的飼養算是十分具有區域集中特性，但也正因如此之特性，使得附近土地施肥會過度涵養，土地及地下水之水源汙染問題便因而產生，因此，若能於作

為生質能源利用之同時亦一併解決農業廢棄物棄置對於環境、土地、水源的污染問題，在原料收集上又能降低運輸所需花費之成本，則是一舉數得的方法。

有鑑於此，本研究主要目的是評估使用雞糞作為生質能發電原料的可行性，為達到此目的，需要了解個別養雞戶提供雞糞的主觀意願，以及運輸成本最小的客觀考量下，選出彰化縣內最適合設立燃燒發電廠的鄉鎮（蕭為澤，2014）。實際研究方法，首先必須了解台灣養雞戶飼養之雞隻排泄物處理的特性，將以問卷調查找出養雞戶是否願意提供雞糞原料予燃燒發電廠使用之主要影響因素；其次，在運輸成本最小化目標下，依此建立選址模型，選出彰化縣內最適合設立燃燒發電廠的鄉鎮，並在特定需求量之下，求得各鄉鎮需運送之雞糞數量以及鄉鎮組成。最後，本文將對雞糞燃燒發電廠之成本及收益項作財務分析，以判斷是否具有投資可行性，並對於取得原料之可能情形做模擬，最後計算若在不同政策補助方式下，哪些因子可使燃燒發電廠具有潛在投資可行性，並可知政府於各情境下至少所需之適當補助幅度。

II、文獻回顧

2.1 再生能源相關文獻

過去有關再生能源之研究主要在太陽能光電、風力發電以及植物生質能源等。在風力發電方面，余政達等人（2006）評估臺灣西南七股地區的再生能源發展潛能，分別由技術、經濟、環境及政策等面向作分析。結果指出，於國際間目前再生能源的應用發展上，風力發電因為技術成熟且成本較低，最具市場成熟度（Brown、Larsen & Fischlowitz-Roberts，2002）。風力發電的生產成本已經接近傳統能源，因此，以優惠的收購價獎勵投資較設備補助獎勵更具效果，但檢視目前政策所提供之誘因，發現投資再生能源的回收期普遍較設備折舊年限長，不利於吸引投資，故提高能源收購價格才能有效提

升再生能源之市場需求；此外台灣西南部沿海地區由於風力充沛，故再生能源發展之效益評估，結果顯示再生能源發展各類別中，以風力發電為最佳之方式。

而關於太陽能光電之研究，施華（2010）評估台灣最適合裝設太陽能發電裝置以供發電之地區，以台北、台中、高雄、花蓮、台東等五個地區為對象，在已建置太陽能發電系統的住宅或機構蒐集 2008 年及 2004-2008 年平均氣象資料，由此推算各地區太陽能發電系統之模擬發電量、發電成本效益、成本回收時程等。其研究結果顯示，台東地區擁有最高之發電量與最短之成本回收時程，為各地區中的最佳選擇。因此，乃參考上述台灣再生能源文獻之探討進行方向，選擇以所需利用之原料最豐沛的地區為待評估範圍。

另於生質能源方面，台灣因休耕地多，氣候及地形適合生長期短的草本能源植物，故目前台灣的生質能文獻研究尚以植物生質能的探討較多（石林鎧，2006）。Hu 等人（2011）建立共燃燒發電模型以模擬生質能源作物於共燃燒發電下之成本、土地要求、二氧化碳、二氧化硫排放量，文中論述以生質能共燃燒發電相較於傳統發電有減少溫室氣體排放之優點，而生質能發電為迎合時代之需求，是世界對於環境保護的新發展趨勢，在考量台灣氣候條件及可取得性下，又以兩種芒草類植物（switchgrass 和 miscanthus）適合台灣發展。

有關國內農業廢棄物有效利用之研究，魏國棟（2004）認為農業廢棄物中的稻桿對土地地力幫助不大，但做為固態衍生燃料具有相當穩定之熱值，其研究訪查後指出台灣多數縣市之廢稻桿年產量遠多於固態衍生燃料製造廠的原料需求，若僅收取 30%之廢稻桿量即可設置十七座固態衍生燃料製造廠，如以平均成本定價法為基礎估算出建議燃料售價為每公噸六千元，由此指出價格雖稍嫌偏高但仍有議價空間，而關於固態衍生燃料製造廠之設廠地點亦在假設設廠規模一致、地租成本一致、廢稻桿原料品質一致、運輸區域為直線型態以及無外部性成本之情境下，透過 Hotelling 區位競爭模型，規

劃出每一座燃料製造廠之設廠地點與廢稻桿取用縣市。熱解是一種潛在再生能源產生以及減少溫室氣體之方式 (Gaunt & Lehmann, 2008), 關於熱解的能源生產及生物炭採用之經濟分析, Kung、McCarl 與 Cao (2013) 研究台灣楊柳類植物之生物炭產生電力及改善土壤品質的適合經濟程度, 結果顯示, 其獲利能力「快速熱解」較「慢速熱解」佳, 而隨著電力之販售價格之波動, 收益結構差異也會有所不同, 但總體而言在目前之電力收購價格下皆不具獲利性, 不過兩種熱解方式皆可減少一定程度之二氧化碳排放量, 對於環境保護及溫室效應仍有所助益。

2.2 雞糞生質能發電相關文獻

至於以雞糞做為生質能發電之相關文獻, 包含涉及各種雞糞再利用方法、做為燃燒方式處理之規模及成本面、區位選擇、原料供給意願、雞糞組成元素等作探討, 藉此引導出本研究與過去相關文獻不同之處及參考對象。

關於雞隻排泄物再利用的相關文獻有多方面的研究, 首先探討關於雞糞再利用的可能技術方式。Perera 等人 (2010) 研究指出, 美國為世界最大之雞隻生產國, 同時也是世界第二大雞蛋及雞肉出口國, 且其飼養類別主要以肉雞及火雞為大宗。因於狂牛病的發生, 故政府禁止雞糞作為牛飼料的配方, 連帶使土地利用亦受到許多相關限制, 因此在降低雞糞對人類健康之威脅及環境保護之前提下, 其研究主要目的在於對雞糞之各種可能的轉換能源方式以及探討可能面臨到的環境及社會議題。再利用方式分為厭氧消化、直接燃燒、共燃燒以及氣化。

厭氧消化, 即經由水解將糞便液化為水溶性有機物, 接著由細菌分解產生乙酸, 最後轉換有機酸為沼氣以供發電之用, 但此種利用方式對於原料的濕度有一定程度之要求, 而雞隻糞便則因相對較為乾燥故不適合以此種方式直接利用 (Martin, 2006)。直接燃燒為使雞糞在有過量氧氣的狀況下燃燒, 產生之熱煙蒸氣經由輸送管來促使渦輪發電機轉動以產生電力, 亦即是以現

有可取得之雞糞生物質中，最簡單以及技術發展最完善的生物質能產生方式，其於大規模之情況下具有經濟上潛在可行性（Flora & Riahi-Nezhad，2006）。而共燃燒則是以生物質或木質廢棄物等輔助燃料，混合於煤等化石燃料共同燃燒，其可算是已具備基礎設施及相關技術當中最低成本且最可行之應用方式，然而共燃燒因煤炭亦為使用原料之一，故於燃燒時將會產生大量的一氧化碳以及氮氧化物釋放於空氣中（Li *et al.*，2008）。最後一種方式為氣化，經由熱使得物質產生化學改變，如熱解或乾餾，使用熱、蒸氣及壓力來轉換有機質成為一氧化碳和氫，故可被用來產生不同的燃料及化學物質，但其組成以及熱值需要仰賴特定的使用程序及碳源特性才得以控制微粒大小和溼度（Martin，2006）。總而言之，雞隻糞便之能源化處理將會是未來環境發展的趨勢。該研究雖對於雞糞再利用之各種可能方式做出介紹，但並未對於採用各種技術做為再利用方式之可能經濟價值進一步評估分析。

而關於各種再利用技術之經濟價值評估面，Lichtenberg、Parker 與 Lynch（2002）研究對各種雞糞再利用方式之經濟價值做了比較，發現美國馬里蘭州德爾馬瓦半島於 1997 年爆發毒甲藻事件，故有關單位開始制定廢棄物排放量限制，以降低動物生物質之任意排放所造成養份過剩問題，並且該地區雞糞之處理問題亦受到相關土地應用規定的限制，因此 Lichtenberg、Parker 與 Lynch（2002）計算雞糞各種可能利用方式之經濟價值，以找出對該半島最具有經濟價值之雞糞利用方式。作者認為農地施肥應用雖然是最具經濟價值之利用方式，卻可能會受到雞糞價格波動以及農民逃避規則監管而產生負面影響，故可於未來進行雞糞收購價格或制度建立等研究。若欲對雞糞再利用可能採取之各種規模程度做可行性探討、可能之設備成本花費等有進一步地了解，Flora 與 Riahi-Nezhad（2006）之研究針對雞糞再利用之可能規模及成本價值做出了相關探討，研究指出，當雞糞無法進行土地施肥利用時，燃燒處理可能成為日後可行之方法，而燃燒處理方式當中以社區性規模甚至是區域性規模較具有潛在的可行性，但研究並未對燃燒發電廠設立地點

之選擇做進一步探討。若忽視對雞糞可能的再利用方式之技術面及經濟價值進行探討，而是僅針對設立發電廠之可能地點做研究分析，Whittington (2007) 對會影響運輸花費之區位選擇做了假設及分析。經計算雞糞產量以及座標化各郡彼此間之地理位置關係來作分析條件，再以運輸成本最小為目標，搭配所需原料總量以及相關距離成本等限制式之設定，結果發現最適合之能源廠設立地點位在 Scott 郡中南部地區。但研究並未針對設廠之成本及能源生產之收益做實際設廠投資可行性的評估分析。

Jensen 等人 (2010) 研究影響養雞戶販賣糞便予能源轉換合作社之因素傾向、投資意願以及所要求提供的價格。研究指出，雞糞利用於能源轉換可解決土地過度施肥而造成土壤、水源汙染問題，但該研究未針對畜禽類排泄物之組成物質作堆肥應用之研究，亦不針對雞隻排泄物作能源轉換可行性分析，而是著重於農民提供糞便原料予能源轉換用途之意願、價格及投資意願做分析。

由前述分析可知，前人對於雞糞再利用之可能方式、可能地點選擇以及各種成本費用等問題已分別做過探討，故 Chastain、Valle 與 Moore (2012) 之研究即針對雞隻糞便中所含可用於施肥之元素組成比例做分析，也探討將雞糞做為生質燃料時之可能熱值及燃燒後灰燼所含元素成份。其結果顯示，雞隻糞便由於含水量並不高，故僅需經簡易放置乾燥後即可燃燒，然而雞糞於燃燒後可用於製成肥料養份之氮元素雖然消失，但其燃燒灰燼中含有磷及鉀等肥料所需之元素，可送至加工廠調配處理再利用成為符合規定之肥料。

對於看似無額外用途但卻擁有固定生產量之農業廢棄物，若能拋開固有處理方式的思考框架，隨著時代與技術的演進，其實可以提供對環境更友善、更有效率且具更有能源多樣性之再利用方式，故本研究對於動物類農業廢棄物嘗試做一可能之再利用評估。此外，雖然上述各類文獻所評估之再生能源方式均有經濟發展之潛力及可行性，然無論太陽能、風能或是植物生質能皆會受到季節及氣候等因素等而有顯著的影響，容易在特定時期或季節產生能源供給上之空洞期。

雖然上述文獻在不同層面之研究較深入，但缺乏一整合、多方面考量之多面向投資可行性分析，因而本文首先參考 Jensen 等人（2010）之研究，先經由問卷分析以了解台灣養雞戶之雞糞處理特性以及對於原料供給意願之影響因素等，接著再對於設立雞糞發電廠之可能鄉鎮選擇進行分析，最後參考 Lichtenberg、Parker 與 Lynch（2002）文章提出之建議，就可能之雞糞原料收購價格設定不同情境做探討。並對相關設備及營運費用等成本面、燃燒發電量及售灰等收益面做評估（Flora & Riahi-Nezhad，2006；Chastain、Valle & Moore，2012）。而本研究欲探討以雞糞轉換為生質能源，則是因為其在能源供給方面相對穩定，受氣候因素影響十分小，故可具備上述各類再生能源所沒有之優點。

總部位於英國的 Fibrowatt 公司為燃燒家禽廢棄物產生電能的先驅，此公司在 2007 年於明尼蘇達州設立美國第一家以家禽廢棄物作為燃料的能源工廠 Fibrominn；此工廠每年使用超過 500,000 噸的家禽廢棄物和其他生物質，大部分燃料由明尼蘇達火雞養殖業者供應，可產生約 55 百萬瓦的電量，足夠供應約四萬戶的電能，並販售電能給國家電廠（Fibrowatt，2010）。

宮崎縣為日本知名畜產縣，畜禽糞便處理為首要面對問題，最常見也行之有年的方式為堆肥與碳化處理。堆肥雖然可使畜禽糞便再次得到利用，但每塊土地有其負荷上限，在土地獲得所需之養分後，多餘的堆肥便成為土地及水源污染的來源，另一方面，日本相關畜禽糞管理法令嚴謹，以及禁止堆積掩埋等規定，使得相關業者投入以雞糞為燃料之生物質能發電事業。宮崎縣生物質能再生發電廠（MBR）是由宮崎縣境內之養雞戶、肉雞公司及電力相關公司共同出資成立並有政府資金的補助，由於日本政府對畜禽產業及電力產業施行新的法律體制，而造成雞糞發電事業之興起，且宮崎生質能再生電廠讓畜產業及電力業兩種不同業種共同合作、互利共生。此外，其商業模式之出資者不局限於過去的慣例，讓同為競爭對手的肉雞生產者對雞糞的處理問題產生共識，使其各司其職以共同投資一項新產業，創造了嶄新的環保綠能源（藤間雅幸，2010）。

III、問卷設計與分析

全國雞隻飼養數量之前三名縣市分別為：彰化縣、屏東縣以及台南市，其中彰化縣所佔的規模有全國之 26.14%、屏東縣佔有的規模為 16.47%、台南市佔有的規模則為 12.82%，如表 1。而原料的來源豐沛程度會影響後續相關之運輸費用成本問題，因此本研究針對雞隻飼養數量為全國最多之彰化地區來做為燃燒發電廠之設立選擇區域。調查期間為 2013 年 7、8 月間，選於該地方養雞協會召開區域性環境衛生說明會議時對前來參與會議之養雞戶隨機發放問卷（如附錄 1），共完成 50 份成功樣本。問卷架構分為三大類，第一大類問題為養雞戶基本變項資料，可了解養雞戶之雞隻飼養種類、經營方式、飼養場地規模以及目前出售方式等，作為後續找尋影響雞糞供給意願之變項種類；第二大類為養雞戶雞糞處理相關議題，包括目前雞糞處理方式、雞糞清除頻率、曝曬時間及市售價格等問題之探討，如此可以了解實際之雞糞處理情況以及雞糞特性等相關資訊，亦可幫助後續文章內容之數值估算；最後第三大類問題則是養雞戶意願調查，詢問其對於提供雞糞予燃燒發電廠之意願以及出售予發電廠之價格意願，進而從分析結果中推想可能的政策建議。

表 1 2012 年我國各縣市養雞飼養數量排名

排名	縣市別	在養數（隻）	百分比（%）
1	彰化縣	23,947,241	26.14
2	屏東縣	15,083,391	16.47
3	臺南市	11,744,312	12.82
4	雲林縣	10,081,647	11.01
5	嘉義縣	8,438,218	9.21
	其他縣市	22,302,776	24.35
	全國合計	91,597,585	100.00

資料來源：行政院農業委員會，2013。

首先對各基本變項問題及樣本資料統計情形作次數分配分析：在雞種別方面，全體受訪者飼養「肉雞」者占了約三成的有效比率，而飼養「蛋雞」者則是占了七成的有效比率，有效填答率為 100%；在經營方式上，全體受訪者當中以「場主自營」者人數較多，占了約八成五的有效比例，「租場經營」者則是占約一成五左右，有效填答率為 96%；於飼養規模方面，全體受訪者當中以飼養數量為「10,000~24,999」隻的有效比例最多，占了約四成六的比重，而其次為飼養「25,000~39,999」隻，占約二成七的比例，有效填答率為 94%；在目前出售方式上，全體受訪者當中以目前雞糞為「有償出售」者有效占比較高，約有八成三左右，而目前為「無償給出」者約占一成七，有效填答率為 96%，如表 2。

表 2 基本變項統計

變數名稱	問項形式	填答次數	百分比	有效百分比
雞種別	肉雞	15	30.00%	30.00%
	蛋雞	35	70.00%	70.00%
	未填答	0	0.00%	-
經營方式	場主自營	41	82.00%	85.40%
	租場經營	7	14.00%	14.60%
	未填答	2	4.00%	-
飼養規模	9,999 隻以下	2	4.00%	4.30%
	10,000~24,999	22	44.00%	46.60%
	25,000~39,999	13	26.00%	27.70%
	40,000 隻以上	10	20.00%	21.30%
	未填答	3	6.00%	-
出售方式	有償出售	40	80.00%	83.30%
	無償給出	8	16.00%	16.70%
	未填答	2	4.00%	-

資料來源：本研究計算。

於提供雞糞予燃燒發電用途之意願方面，將供給意願分為「同意」與「不同意」兩個選項，可得願意提供雞糞原料之有效比例約占了近九成左右，可知養雞戶大多是願意提供雞糞來做為燃燒發電之用；針對「同意」提供雞糞者，進一步對於願提供雞糞之代價做探討，分為「需有償提供」及「願無償提供」兩個選項，可發現同意提供雞糞者當中必須有償才願意提供之養雞戶約占了有效比例八成七左右，可知大部分的養雞戶是較不願意免費把自家的雞糞給提供出去（參見表 3）。最後對於問卷之信度做分析。Cronbach's α 係數評價的是量表中各題項得分間的一致性，屬於內在一致性係數，即填答者對於同一構面之問題間所填答選項是否具有一致性，以判斷填答之可信賴程度，一般以 Cronbach's α 值大於 0.7 以上即具足夠之信度；由於同一雞種之雞糞處理方式及清除頻率具有同樣特性，故以雞種別、雞糞處理方式、清除頻率等三變項來作為填答是否具內在一致性之分析指標。而結果顯示 Cronbach's α 值為 0.850 大於 0.7，即該問卷具有足夠之信度。

表 3 供給與售出意願統計

次數與比例	供給意願		
	同意	不同意	未填答
填答次數	41	5	4
百分比	82.00%	10.00%	8.00%
有效百分比	89.10%	10.90%	-
次數與比例	售出意願		
	同意	不同意	未填答
填答次數	34	5	2
百分比	82.90%	12.20%	4.90%
有效百分比	87.20%	12.80%	-

資料來源：本研究計算。

根據問卷調查結果發現，不同型態之養雞戶雞糞具有不同的處理方式、特性以及價格。蛋雞場所產生之蛋雞糞通常將雞糞由場中清出後會先置於空地上曝曬、翻攪，待雞糞狀態為較乾硬後方由卡車運送走售予雞糞商，而肉雞糞則是從場中清出後便直接由卡運送走售予雞糞商，不需經過曝曬、翻攪的程序；在雞糞清除的頻率方面，蛋雞糞由於需經過曝曬、翻攪的步驟，因此需視養雞戶其空地大小分批依次清出而非整場一次清除，大部份約為 1~2 個月左右清除一次，肉雞糞則是待雞隻長成後再將糞便整場一次清出，因此大部分約為 3 或 4 個月清除一次；此外關於雞糞之市售價格方面，蛋雞糞售價約為每袋 55~75 元左右（一袋約 30~50 公斤不等）；而肉雞糞之計算方式則是以每隻雞來計價，可得每隻雞約為 0.8~1.2 元左右。

針對影響養雞戶雞糞供給意願之主觀因素，本研究的問卷調查屬於多項二元選擇的數據，故採用羅吉特迴歸模型進行分析。此外使用二元羅吉特（binary logistic）迴歸模型做分析，因為當依變數為二元反應變數時（即是或否、同意或不同意等回答），可藉由羅吉特迴歸方式來處理此依變項為類別變數之情形，以幫助尋找有顯著影響力之基本變項（Greene, 2008）。此處即以提供雞糞予燃燒發電廠意願（同意或不同意）為依變數，進行二元羅吉特迴歸，如(1)式所示：

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 \quad (1)$$

其中， p 為同意提供雞糞之事件發生機率、 $1-p$ 為不同意提供雞糞之事件發生機率， x_1 為雞種別為類別變數：0 為蛋雞、1 為肉雞； x_2 為經營方式為類別變數：0 為租場經營、1 為場主自營； x_3 為飼養規模為連續變數； x_4 為出售方式亦為類別變數：0 為目前有償售出、1 為目前無償給出。

首先，將迴歸進行 Hosmer 和 Lemeshow 配適度檢定，檢定值為 5.519， $p\text{-value}=0.701>0.05$ 未達顯著水準，表示整體迴規模型配適度良好；而再經由相關矩陣亦可知自變數之間相關係數（ $|r_{12}|$ ）皆 <0.8 ，即無高度共線性問

題存在。經由二元羅吉特迴歸分析後之結果可發現，各變項中以出售方式的不同具有顯著差異性存在，且可知提供雞糞予燃燒發電廠之同意程度與目前無償給出雞糞之雞農呈負相關，即目前無償給出雞糞之雞農提供雞糞予燃燒發電廠之同意程度較目前有償售出雞糞之雞農來得小。此外，二元羅吉特迴歸分析亦可探討勝算比 (odds ratio)，即一事件會發生之或然率除以不會發生之或然率，利用此迴歸模型便可進行類別預測，而 $\text{odds ratio} = \exp(\text{係數值})$ ；結果可得目前出售雞糞方式是無償給出之雞農，其對於提供雞糞予燃燒發電廠的勝算比 (同意機率/不同意機率) 為目前出售雞糞方式為有償售出之雞農的 0.042 倍 (參見表 4)。

表 4 第一階段迴歸結果

變項	β 估計值	S.E.	Wald	d.f.	顯著性	$\text{Exp}(\beta)$
雞種別	1.63	1.60	1.04	1	0.30	5.125
經營方式	-18.76	15,181.26	0.00	1	0.99	0.000
飼養規模	-0.01	0.01	0.65	1	0.41	0.989
出售方式	-3.16	1.50	4.42	1	0.03**	0.042
常數	21.42	15,181.26	0.00	1	0.99	2.013E9

資料來源：本研究估計。

註：**表顯著水準小於 5%。

得知顯著影響供給意願之變項為目前出售方式後，再針對目前出售方式與雞糞供給意願作交叉表來進一步觀看各選項之間的交叉比例關係 (行政院經濟部, 2009)，可得知目前「有償出售」雞糞之養雞戶將「同意」提供雞糞原料的比率為 94.7%，高於目前「無償給出」雞糞之養雞戶比例 57.1%；而目前「無償給出」雞糞之養雞戶「不同意」提供雞糞原料的比率為 42.9%，高於目前「有償給出」雞糞之養雞戶比例 5.7% (參見表 5)。

表 5 出售方式與雞糞供給意願交叉比例分析

出售方式	供給意願		總和
	同意	不同意	
有償出售	36 (94.7%)	2 (5.7%)	38 (100%)
無償給出	4 (57.1%)	3(42.9%)	7 (100%)
合計	40 (88.9%)	5(11.1%)	45 (100%)

資料來源：本研究估計。

最後試著探討其可能之原因，可能是因為無償給出雞糞之養雞戶另有自己耕種之農地，或給予鄰近友好農民以供農地施肥用，故不願再將其有限之雞糞提供給燃燒發電廠使用。然而可以效仿日本藉由法令規定禁止直接使用生雞糞於農地，除了有效解決過度施肥造成土地及地下水環境汙染，另一方面還能提高養雞戶提供雞糞予發電作為原料使用之意願。若再以同意提供雞糞的養雞戶當中之願售方式（願無償給出或需有償售出）為依變數，進行二元羅吉特迴歸，如(2)式所示：

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 \quad (2)$$

其中， p 為無償提供雞糞之事件發生機率、 $1-p$ 為有償提供雞糞之事件發生機率， x_1 為雞種別為類別變數：0 為蛋雞、1 為肉雞； x_2 為經營方式為類別變數：0 為租場經營、1 為場主自營； x_3 為飼養規模為連續變數； x_4 為出售方式亦為類別變數：0 為目前有償售出、1 為目前無償給出。將迴歸進行配適度檢定後，檢定值為 0.669， $p\text{-value}=0.999>0.05$ 未達顯著水準，表示整體迴規模型配適度良好；而亦經由二元羅吉特迴歸分析後之結果可發現，各變項對於不同願售方式皆不具有顯著差異性存在（參見表 6）。

表 6 第二階段迴歸結果

變項	β 之估計值	S.E.	Wald	d.f.	顯著性	Exp(β)
雞種別	-40.47	10,032.51	0.00	1	0.99	0.00
經營方式	57.58	11731.88	0.00	1	0.99	1.01
飼養規模	-0.09	0.12	0.53	1	0.46	0.99
出售方式	-39.86	8,897.42	0.00	1	0.99	0.00
常數	23.52	6,494.48	0.00	1	0.99	1.65

資料來源：本研究估計。

IV、發電廠設立鄉鎮選擇

探討位置場址選擇的方法中，以常用的線性規劃及 Hotelling 區位競爭模型較進行選擇，Hotelling 模型需具備理想化條件、假設較為繁多，如假設整個運輸區域為直線型態等，故對於實際情形常有較多落差存在。而本文所採用之線性規劃方法，則是考慮使用者觀點訂定適當之目標函數與限制式，且限制式條件可為等式或不等式，並將考慮之因素予以量化，再利用各參數間之關係以數學式表示，以適當方式求取目標函數極值之最優化解，此外亦可同時進行多變數之考量，相對較符合現實情形，故本研究將採用線性規劃方法進行後續分析 (McCarl & Spreen, 2002; 李德威, 2006)。

在模型函數的設立過程中，必須考量現實層面的問題以建立線性模型，一般有三個步驟，分別是 (1) 辨別問題中的生產活動 (activity)，根據欲達成之目的找到決策變數，並由決策變數和欲達到目的間之函數關係確定目標函數；(2) 辨別限制條件 (constraint)，使其符合資源及限制之條件；(3) 辨別活動和限制條件的單位 (unit) 以及彼此間之關係。

根據上述模型說明，首先假設目標函數為各鄉鎮之單位運輸價格乘上運輸距離再乘上運送量之運輸成本加總函數，在追求總運輸成本極小化的客觀

情況下，受到各鄉鎮雞糞供給量有限的資源限制，以及燃燒發電廠每日固定需燃燒量之限制，可用(3)式等相關的數學式表示之：

$$\text{Min 目標函數：} \sum_i \sum_j P \times D_{ij} \times TA_{ij} \quad (3-1)$$

$$\text{限制式 1：} TA_{ij} \leq AA_i \quad (3-2)$$

$$\text{限制式 2：} \sum_i TA_{ij} = BA \quad (3-3)$$

$$\text{限制式 3：} TA_{ij} \geq 0 \quad (3-4)$$

其中： F 為單位運輸價格； D_{ij} 為在第 j 的鄉鎮為設廠地點時，第 i 個供料鄉鎮到設廠地之運輸距離； TA_{ij} 為在第 j 的鄉鎮為設廠地點時，第 i 個供料鄉鎮所提供之運送量； AA_i 為第 i 個供料鄉鎮之可取得量； BA 為每日燃燒量。設待選擇設立燃燒發電廠之鄉鎮有 J 個，即以 j ($=1, 2, \dots, J$) 個鄉鎮分別當作燃燒發電廠之設立地點時，供料之各鄉鎮 ($i=1, 2, \dots, I$) 所會分配到之運輸成本 (運送數量 TA_{ij} 乘以運送距離 D_{ij} 再乘以單位運輸價格 F) 之和會最小；限制式 1 即為要求各鄉鎮 ($i=1, 2, \dots, I$) 所分配到之運送量必須小於等於其可取得量；限制式 2 則是要求各鄉鎮 ($i=1, 2, \dots, I$) 所分配到之運送量之和必須等於每日燃燒量；限制式 3 要求運送量為非負值。在以鄉鎮對鄉鎮的考量下，運送量的運輸成本 (TA_{ij}) 是反應成本的變數，由於是以鄉鎮為考量，因此，基本上是假設雞糞取得成本的差異可以反應自此一變數的不同。

在完成模型介紹後，本研究將以各區域之雞糞產量及彼此間相對位置為依據，分析台灣雞糞燃燒發電廠設立地區選定背景條件。台灣目前雞隻飼養主要集中於彰化地區，在原料的收集上也可降低運輸所需花費之成本。依據農委會統計畜牧類農情調查統計結果 (行政院農業委員會，2013)，台閩地區養雞場共計 5,777 處，而雞隻飼養數量約 9,160 萬隻；雞種可再區分為蛋雞 (包括蛋雞及蛋種雞) 及肉雞 (包括肉種雞、白肉雞、紅羽土雞、黑羽土雞、烏骨雞、珍珠雞、鬥雞及閩雞) 兩種，其中蛋雞之養雞場共計 1,703

處，蛋雞飼養數量約 3,700 萬隻，肉雞之養雞場則共計 4,113 處，肉雞飼養數量約 5,460 萬隻。

而全國雞隻飼養數量最高之彰化縣所佔有的規模為全國之 26.14%，其中蛋雞及肉雞之分配比例約為七比三，蛋雞之在養隻數就約占了全國 45%、肉雞在養隻數則是占了約全國 13% 左右（參見表 7）。雞糞燃燒發電廠設置地區之選擇就以上述彰化縣當中，挑選出其中位置相互鄰近並且雞隻飼養數量較多的鄉鎮（參見表 8），分別為二林鎮（在養隻數占 16.08%）、埤頭鄉（在養隻數占 6.15%）、芳苑鄉（在養隻數占 36.61%）、大城鄉（在養隻數占 10.80%）以及竹塘鄉（在養隻數占 9.64%）等五個鄉鎮，再透過線性規劃方法，以運輸成本最小化為目標及適當之限制式，挑選出運輸成本最低之合適燃燒發電廠設立鄉鎮，以得知各鄉鎮分配到的運送量。

表 7 2012 年彰化縣雞隻飼養場數及在養隻數

雞種別	飼養場數（占全國百分比）	在養隻數（占全國百分比）
蛋雞	802 (47.09%)	16,809,929 (45.47%)
肉雞	444 (10.80%)	7,137,312 (13.06%)

資料來源：行政院農業委員會，2013。

由於蛋雞與肉雞之飼養在糞便處理上有不同方式，如：蛋雞糞清出後雞農會置於空地曝曬過後再予以賣出，但肉雞糞清出後是直接經由卡車立即清運出場，故本研究蛋雞糞之運輸重量以乾重來作計算，肉雞糞之運輸重量則以濕重來作計算，因此可由彰化地區所選擇之鄉鎮所擁有之雞隻數量，經由彰化縣政府農業處畜產科所提供之資料：蛋雞平均日排泄物量（乾）22 克以及肉雞平均日排泄物量（濕）130 克，估算求得各鄉鎮之排泄物產量（參見表 9），可知芳苑鄉雞糞總量為每日 314,212.00 公斤、二林鎮為每日 259,121.70 公斤、大城鄉為每日 147,872.80 公斤、竹塘鄉為每日 79,110.80 公斤、而埤頭鄉則為每日 81,241.60 公斤。

表 8 2012 年彰化縣轄內鄉鎮市雞隻飼養場數及在養隻數

鄉鎮市別	總在養雞隻數		總飼養場數	
	數量	比例	數量	比例
彰化市	235,050	0.98%	20	1.61%
鹿港鎮	343,800	1.44%	27	2.17%
和美鎮	58,640	0.24%	11	0.89%
線西鄉	222,800	0.93%	28	2.25%
伸港鄉	95,800	0.40%	5	0.40%
福興鄉	420,850	1.76%	12	0.97%
秀水鄉	260,300	1.09%	14	1.13%
花壇鄉	11,105	0.05%	9	0.72%
芬園鄉	194,000	0.81%	18	1.45%
員林鎮	42,386	0.18%	10	0.81%
溪湖鎮	103,525	0.43%	9	0.72%
田中鎮	99,990	0.42%	8	0.64%
大村鄉	381	0.00%	7	0.56%
埔鹽鄉	846,350	3.53%	44	3.54%
埔心鄉	25,640	0.11%	5	0.40%
永靖鄉	155,800	0.65%	11	0.89%
社頭鄉	99,400	0.42%	11	0.89%
二水鄉	1,000	0.00%	1	0.08%
北斗鎮	898,154	3.75%	33	2.66%
二林鎮	3,851,342	16.08%	148	11.92%
田尾鄉	225,600	0.94%	23	1.85%
埤頭鄉	1,473,400	6.15%	81	6.52%
芳苑鄉	8,767,000	36.61%	386	31.08%
大城鄉	2,586,428	10.80%	173	13.93%
竹塘鄉	2,307,800	9.64%	119	9.58%
溪州鄉	620,700	2.59%	29	2.33%
合計	23,947,241	100.00%	1,242	100.00%

資料來源：行政院農業委員會，2013。

除此之外，本研究亦作一安全之假設，即並非所有區域內之雞糞都能夠順利取得，雞農之供給意願也需保守的一併考量，一部分之糞便可能被拿去作為土地利用或送至堆肥場處理之不確定因素，因此，此處主要會假設潛在可取得雞糞量為生產量之 60% 的保守估計情形，但亦會依問卷樣本所得之供給意願約取 85% 的情形求出供參照之用；而設定雞糞燃燒發電場所需雞糞原料規模為每日燃燒 300 公噸，如此之區域性規模方具有經濟上的潛在可行性，而運輸的成本則是關係到載送之重量以及運送之距離（參見表 10），即運輸之成本為運送重量乘上運送距離再乘上每噸每公里之單位價格，此設為廢棄物之運輸單價 3 元（註 1）（中興工程，2013）。

表 9 2012 年彰化縣待選擇鄉鎮各雞種飼養數量及排泄物產量

彰化縣	蛋雞 (隻)	肉雞 (隻)	總雞 (隻)	蛋雞糞 (公斤/日)	肉雞糞 (公斤/日)	總雞糞 (公斤/日)
芳苑鄉	7,643,500	1,123,500	8,767,000	168,157.00	146,055.00	314,212.00
二林鎮	2,236,600	1,614,742	3,851,342	49,205.20	209,916.50	259,121.70
大城鄉	1,744,100	842,328	2,586,428	38,370.20	109,502.60	147,872.80
竹塘鄉	2,045,400	262,400	2,307,800	44,998.80	34,112.00	79,110.80
埤頭鄉	1,021,300	452,100	1,473,400	22,468.60	58,773.00	81,241.60

資料來源：行政院農業委員會，2013。

表 10 待選擇鄉鎮間之平均距離

(單位：公里)

距離	芳苑鄉	二林鎮	大城鄉	竹塘鄉	埤頭鄉
芳苑鄉	5.0	9.9	14.4	15.6	18.5
二林鎮	-	5.5	13.2	11.5	11.3
大城鄉	-	-	4.5	13.6	18.7
竹塘鄉	-	-	-	4.0	7.0
埤頭鄉	-	-	-	-	4.0

資料來源：本研究估算。

依照背景條件及模型設定下進行線性規劃分析後，結果發現：雞糞可取得量設為 60% 的狀況下，以芳苑鄉做為雞糞燃燒發電廠之設立地點時，具有最小之總運輸成本，約為每日之雞糞運送花費 6,138.65 元，故會選擇以芳苑鄉為最適之燃燒發電廠設立鄉鎮。而除了得知以芳苑鄉為燃燒發電廠設立鄉鎮之外，亦可知芳苑鄉本地分配之雞糞運送量為每日 188,527.20 公斤、二林鎮分配之運送量為每日 111,472.80 公斤；最後，還可估算出影子價格為：其他條件不變下，原料供應地之可取得量每增加一單位時，則目標式（總運輸成本）之變動價值，即芳苑鄉之雞糞可取得量若增加一單位，則目標式會減少 14.70 單位。因此可知，在設定之發電廠燃燒量（每日 300 公噸）、待選擇區域、各鄉鎮可提供產量之背景條件，會以彰化縣當中之芳苑鄉為最適合之雞糞燃燒發電廠設立鄉鎮，其運輸費用總成本將為每日運送三百公噸之雞糞花費約 6,138.65 元，且其所需要之雞糞原料供給範圍由芳苑鄉及二林鎮兩鄉鎮所組成即已足夠（如表 11）。

又於假設雞糞可取得量為 85% 的參照組結果可發現：雞糞可取得量在 85% 的狀況時，亦為以芳苑鄉做為雞糞燃燒發電廠之設立地點時具有最小之總運輸成本，約為每日之雞糞運送花費 4,983.92 元，故仍是選擇以芳苑鄉為最適之燃燒發電廠設立鄉鎮。而除了得知在較高可取得之雞糞比例下仍以芳苑鄉發電廠設立鄉鎮之外，可知芳苑鄉本地分配之雞糞運送量變為每日 267,080.20 公斤、二林鎮分配之運送量則是每日 32,919.80 公斤；且由芳苑鄉本地供料之運輸花費成本為 4,006.20 元、由二林鎮供料之運輸花費成本是 977.71 元、總運輸成本則下降為 4,983.92 元；而影子價格因設廠地點不變，故亦為其他條件不變下，芳苑鄉之雞糞可取得量若增加一單位，則目標式會減少 14.70 單位；此外亦可發現，雞糞原料之供給地組成仍然需要由兩個鄉鎮所組成方足夠。

本文探討供給雞糞的彰化縣內五個鄉鎮，在假設各鄉鎮均提供 60% 及 85% 的雞糞量，是目前僅以鄉鎮對鄉鎮的方式作為選址的依據，因為，如衡

量個別養雞場至特定鄉鎮設燃燒發電場的距離，確實可以反應該養雞場與燃燒發電廠間的遠近，也可以呈現出個別養雞場可以提供的雞糞量，然以個別養雞場為考量，可能涉及空間上的考量，亦即特定養雞場位於 A 鄉鎮，就距離上的考量、至 B 鄉鎮可能是相對近，這是另種考量下的選址方式。以目前所用的鄉鎮至鄉鎮間的距離為表示，在 60% 或 85% 雞糞提供量的假設下，雖然沒有直接使用在同一鄉鎮各養雞場的雞糞提供量在數學規劃的設定上，然同樣是在 60% 及 85% 的假設下，飼養規模在鄉鎮間的差異，間接可以反應潛在可能產生雞糞量的不同。

表 11 雞糞可取得量、運輸成本與各鄉鎮運送結果

鄉鎮別	總運輸成本 (元/日)	雞糞產量 (公斤)	可取得量 (公斤)	運送量 (公斤)	花費 (元/日)
雞糞可取得量：60%					
芳苑鄉	6,138.65	314,212.00	188,527.20	188,527.20	2,827.91
二林鎮	6,857.76	259,121.70	155,473.00	111,472.80	3,310.74
大城鄉	9,651.28	147,872.80	88,723.70	-	-
竹塘鄉	8,928.33	79,110.80	47,466.50	-	-
埤頭鄉	9,533.78	81,241.60	48,745.00	-	-
總和		881,558.90	528,935.30	300,000.00	6,138.65
雞糞可取得量：85%					
芳苑鄉	4,983.92	314,212.00	267,080.20	267,080.20	4,006.20
二林鎮	6,002.66	259,121.70	220,253.40	32,919.80	977.72
大城鄉	8,599.44	147,872.80	125,691.90	-	-
竹塘鄉	7,904.76	79,110.80	67,244.20	-	-
埤頭鄉	7,790.24	81,241.60	69,055.40	-	-
總和		881,558.90	749,325.10	300,000.00	4,983.92

資料來源：本研究估算。

V、發電廠投資財務成本分析

為瞭解發電廠投資的可行性，投資的財務成本收益（financial cost benefit analysis）是可供決策的方式之一，成本收益分析是利用數量分析方法評估公共計劃所可能發生的成本與收益之淨效益，以供決策者了解計劃之可行性；本研究將以常用於財務方面相關（如：股票、債券、基金等）的投資報酬分析表及方法，如：現金流量表（statement of cash flows）、淨現值（net present value，以下簡稱 NPV）、內部報酬率（internal rate of return，以下簡稱 IRR）、折現還本期間（discount payback period，以下簡稱 DPP）等，應用於評估此項再生能源投資可行性的依據（Campbell & Brown，2003）。

現金流量表可知一個企業在特定期間之營業、投資和融資活動，以呈現不同經濟活動項目之流動性、財務彈性、獲利能力和風險，能評估企業投資一項專案之未來淨現金流入能力，將每一期可能發生的所有成本及收益一一列出，以觀察出現金在各期的流入、流出情形。

淨現值是一種用來表達各方案的整體淨效益之方式，將每一期所發生之現金流動以適當之折現率折算回當期來看，然後以各期折現之收益和減掉各期折現之成本和，若大於零則代表此方案具有投資可行性，如(4)式。其中 R 表示收益、 C 表示成本、 i 表示折現率、 n 表示期數，(5)式、(6)式之變數說明相同：

$$\sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (4)$$

內部報酬率為令各期收益折現和等於各期成本折現和之潛在報酬利率，若依此求出之利率大於該方案預設之適當報酬門檻，則表示該方案具有投資的可行性，如(5)式：

$$\sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+i^*)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i^*)^t} = 0 \rightarrow i^* \quad (5)$$

折現還本期間為將各期發生之收益與支出全部折回以現值表達，再計算收益可抵消成本時所需耗費之時間，從而得知該投資方案得花多少時間方得以還本，可作為投資決策的參考依據，如(6)式：

$$C_0 / \left\{ \left[\sum_{t=0}^n R - C / (1+i)^t \right] / n \right\} \quad (6)$$

經營方案評估時須考量時間之機會成本，將不同時間點的貨幣值轉換為現值，貨幣價值同時也可以計算使用資源的機會成本；折現率考慮貨幣的時間價值，反映社會的時間偏好率，因此如何選擇適當的折現率很重要（李偉嘉，2009）。本研究之折現率設定將以行政院經濟部能源局（2009）之「再生能源電能躉購費率審定會議」為依據，以其中所提及之生質能與廢棄物類別折現率 1.5% 為假設來進行後續計算。但計算成本效益分析常見的缺失是無法計算不確定性及風險，故可藉由情境設定及敏感度分析找出影響方案結果的重要變數，後續之相關政策建議即可以此變數為法令及補助的重要項目，在假設完成後需加以計算並詳盡列出每一方案之結果，適當的方案評估需知道所涵蓋之投入與產出的量化資料，因此影響效果須盡可能的量化處理（呂涵靜，2008；Zerbe & Bellas，2006）。

欲於未來發展雞糞燃燒之生質能發電方式，勢必得就其可能之營運財務狀況做分析探討，而一項商業模式之規劃要能夠順利運行，必須要具備投資獲利性才有實行的可能，因此，本節首先對於未來設立雞糞燃燒發電廠之可能原料供給狀況做情境假設，以便投資發電廠成本收益分析之進行。欲設置一座符合經濟效益規模（每日 300 公噸）之雞糞燃燒發電廠於主要養雞地區，由第四節區位選擇之分析結果可知，設立鄉鎮選擇於彰化縣之芳苑鄉最為合適。

此處在雞糞燃燒後相關之熱值比例設定將以轄區範圍內之蛋雞與肉雞飼養數量比例約 87%：13%來做概估，可得知原料之低位發熱量（LHV）熱值約為 1,591 仟卡/公斤，而鍋爐產出之過熱蒸汽經扣除廠內自用量（以 20%計算），其餘均經由蒸汽渦輪發電機發電，則所得之蒸汽渦輪發電機出力為每小時 5,260 度（kwh/h）；參考國內外雞糞等廢棄物燃燒發電設施之興建費用，假定機電設備及土建設施分別佔 80%及 20%比例計算，且其設備使用年限預估為 20 年，則設置 1 座 300 公噸/日之雞糞燃燒發電示範廠約需新台幣 6.75 億元，至於設廠用地方面，因土地不計折舊且假設初次推行以雞糞燃燒發電示範場方式進行之土地由政府所提供，故於此暫不計入；而維護費用方面經參考焚化廠實際廠房之經驗，機電設備及土建設施之維護費分別以建設費之 3.0%及 0.5%計算，故合計維護費以每年 16,875,000 元計算；管理人員則以 10 人、操作維護人員以 40 人（分 4 班次操作）計算，兩者薪資分別為每人每月 45,000 元以及每人每月 35,000 元，且以每年 14.5 個月及每年 13 個月敘薪，則人事費用為每年 24,725,000 元；空氣污染防治設備之化學藥劑費以質能平衡求得之使用量，可知為每年約 17,057,232 元，而雞糞燃燒發電廠之用水包括製程用水、清洗用水及生活用水三部分，用水費合計為每年 416,065 元；另因雞糞燃燒發電廠正常運轉時，其需用電力（約僅佔總發電量之 20%）可由廠內發電量支應，多餘電力則透過輸配線路輸送至台電公司，故僅於每年停機維修期間須外購電力，其用電費概估約每年 30 萬元；而其餘雜費則包括保險費、管理費以及利稅等，合計起來約為每年 8,935,682 元（中興工程，2013）。

雞糞原料購買費用則依蛋雞糞以每公斤 1.625 元、肉雞糞以每隻雞 1 元來估計，依照雞種數量比例計算後可得每年之購料費約為 108,900,000 元，若於情境 2 情況之清理雞舍費用則依據問卷訪查時所得之資訊，再以平均每場 25,000 隻雞、平均 1.5 個月清除一次、每次費用平均 10,000 元的假設來計算，可得燃燒發電廠所付幫助雞舍清理費約為每年 8,679,452 元；運輸費

用則依第四節線性規劃分析所獲得之較保守安全取得量 60% 的情形，換算為每年費用後可得約為 2,025,755 元；最後之儲存費用則以每日每公噸 3 元之單價以及平均 30 日儲存時間來計算，概估儲存費用為每年 8,910,000 元。

收益方面，雞糞燃燒發電廠之收入來自再生能源利用，包括售電收入及售灰（肥料）收入，其中於售電收入方面，經由質能平衡試算出之發電量扣除廠內自用電量（以 20% 計），並且目前僅能以一般垃圾直接燃燒之售電價格每度 2 元計算，求得售電收入約為每年 66,655,371 元；售灰（肥料）收入方面，因雞糞內殘留養份頗高，故雞糞經燃燒後之灰燼除有機物組成破壞分解外，其餘無機物元素組成多仍殘留著，由國外相關文獻顯示應得以作為化學肥料之無機性調配原料再利用之，而亦由質能平衡試算後之灰燼以單位售價每公噸 2,500 元計算，可得售灰（肥料）收入為每年 42,694,140 元（中興工程，2013）。

經由投資報酬分析法，先以可表現出一投資專案於每一期所發生之成本、收益流動情形之現金流量表為依據，將每一期所發生之現金流動以適當之折現率折算回當期來看，然後以各期折現之收益和減掉各期折現之成本和，求得淨現值；令各期收益折現和等於各期成本折現和之潛在報酬利率，再與該方案預設之適當報酬門檻做比較，求得內部報酬率；最後將各期發生之收益與支出全部折回以現值表達，再計算收益可抵消成本時所需耗費之時間，求得折現還本期間。

本研究財務成本收益分析主要是模擬「購料費」以及「建設費用」作為情境設定。購料費以購買模式分成三種方式。「(A) 購料費直接支出」意指直接向養雞戶購買原料（雞糞）做為燃燒發電之用，故須付出購料費以取得雞糞原料；「(B) 購料費替代支出」之模式是以清理雞舍取代購買原料，因環境衛生意識日益高漲，養雞戶清理出之雞糞氣味問題常招致附近居民不滿而向環保單位投訴，故有關單位常要求養雞戶加裝相關氣味控制設備，因此有不在少數養雞戶願意以燃燒發電廠幫忙清理雞舍交換為提供原料之代價，

即有條件交換以取得雞糞原料；「(C) 無購料費支出」則是假設若相關法令之下達（如：禁止直接使用乾燥後之生雞糞於農地、禁止直接戶外曝曬等）造成雞糞無去處，則雞糞對於養雞戶而言反而是有處理上之困擾，如此可無償取得以幫助養雞戶處理，即無須支付購料費用來取得雞糞原料。

表 12 雞糞燃燒發電廠之各項成本收益

		(單位：元)
	項目	金額
建設費用（建設期投入）		675,000,000
操作維護費	維護費	16,875,000
	人事費	24,725,000
	藥劑及水費	17,473,297
	用電費（維修外購電力）	300,000
	其餘雜費	8,935,682
	購料費	108,900,000
	運輸費	2,025,755
	儲存費	8,910,000
	合計	188,144,734
	收入	售電收入
售灰（肥料）收入		42,694,140
合計		109,349,511

資料來源：中興工程，2013。

「建設費用」之政策面分為四種情境，「(D) 政府不補助」，即業者必須自行投資；「(E) 政府補助 50%」，即在政府補助下，其餘由投資者支付，期初之投資成本為 6.75 億元，政府補助 50% 為 3.375 億元，其餘由投資者自行負擔 50% 為 3.375 億元；「(F) 政府補助 70%」，即在政府補助 70%，其餘由投資者支付，期初之投資成本為 6.75 億元，政府補助 70% 為 4.725 億元，其餘由投資者自行負擔 30% 為 2.025 億元；「(G) 政府補助 100%」，即在政府完全補助下，政府支付 6.75 億元，投資者不需要負擔。

依據前述各投資報酬分析法以及現金流量表為計算基礎，假設折現率 i 以 2013 年之定存利率 1.5% 計算，期數 t 則為 15 年，以各期成本 (C_t) 及各期收入 (B_t) 帶入公式計算。以情境 AD 之分析為例，即「(A) 購料費直接支出」、「(D) 政府不補助」的模擬情境中，淨現值為負值淨現值為負值、益本比=0.46<1、內部報酬率<0，以及在 15 年內無法還本的結果，詳細計算結果如表 13，判定此情境不可行，建議應採取其他方案。而其他方案之計算結果如表 14。

表 13 購料費直接支出、政府不補助 (AD) 情境之模擬結果

期別	淨現值	益本比		還本期
		B	C	
第 1 期	-742,655,392	107,733,508	850,388,900	-742,655,392
第 2 期	-76,483,509	106,141,388	182,624,897	-819,138,901
第 3 期	-75,353,211	104,572,796	179,926,006	-894,492,112
第 4 期	-74,239,617	103,027,385	177,267,001	-968,731,728
第 5 期	-73,142,479	101,504,813	174,647,292	-1,041,874,208
第 6 期	-72,061,556	100,004,742	172,066,298	-1,113,935,764
第 7 期	-70,996,607	98,526,839	169,523,446	-1,184,932,371
第 8 期	-69,947,396	97,070,777	167,018,173	-1,254,879,767
第 9 期	-68,913,691	95,636,234	164,549,924	-1,323,793,457
第 10 期	-67,895,262	94,222,890	162,118,152	-1,391,688,719
第 11 期	-66,891,883	92,830,434	159,722,317	-1,458,580,602
第 12 期	-65,903,333	91,458,556	157,361,889	-1,524,483,936
第 13 期	-64,929,393	90,106,951	155,036,344	-1,589,413,328
第 14 期	-63,969,845	88,775,321	152,745,166	-1,653,383,173
第 15 期	-63,024,478	87,463,371	150,487,849	-1,716,407,651
合計	-1,716,407,651	1,459,076,004	3,175,483,655	-742,655,392
結果	淨現值：負值	益本比 B/C=	0.46	還本期：無法還本 內部報酬率<0

資料來源：本研究估算。

本研究分別以雞糞發電廠之原料購買模式，以及政府補助程度等建立 12 種模擬情境，依照財務分析評估法進行篩選，建議業者可進行投資之方案計有 5 種，在可投資之方案中，依照「還本期」、「益本比」、「內部報酬率」、「淨現值」之順序進行排序可以發現，在政府全額補助期初建設費之下，本投資案皆可以在第 1 期還本，並且有政府補助越高，還本期越短之趨勢，詳細結果如表 15。由前述模擬結果可知，雞糞發電廠設置可行於否，取決於影響政府財政負擔的補助之有無及大小、模擬各項情境所採用折現率的高低、購料費購買模式的差異、及財務成本效益準則之選擇等等。因此政府未來在發展多樣性的生質能源時，這些都是必須合併納入考量的多重因素。

表 14 所有情境之估算結果

情境	淨現值	益本比	內部報酬率	還本期	可投資方案*
AD	負值	0.46	<0	無法還本	-
AE	負值	0.51	<0	無法還本	-
AF	負值	0.53	<0	無法還本	-
AG	負值	0.58	<0	無法還本	-
BD	負值	0.47	<0	無法還本	-
BE	負值	0.96	<0	無法還本	-
BF	正值	1.06	>0	第 11 期	○
BG	正值	1.24	>0	第 1 期	○
CD	負值	0.84	<0	無法還本	-
CE	負值	1.05	>0	第 13 期	○
CF	負值	1.16	>0	第 8 期	○
CG	負值	1.38	>0	第 1 期	○

資料來源：本研究計算。

註*：○表示可投資方案；-表示不可投資方案。

表 15 雞糞發電廠參考方案

情境	說明	還本期	益本比	內部報酬率	淨現值
CG	無購料費支出；政府補助 100%	第 1 期	1.38	>0	正值
BG	購料費替代支出；政府補助 100%	第 1 期	1.24	>0	正值
CF	無購料費支出；政府補助 70%	第 8 期	1.16	>0	正值
BF	購料費替代支出；政府補助 70%	第 11 期	1.06	>0	正值
CE	無購料費支出；政府補助 50%	第 13 期	1.05	>0	正值

資料來源：本研究估算。

VI、結論與建議

世界上較先進國家近年對於再生能源越來越重視，因此紛紛投入研究適合自身國家得發展之再生能源類別，而台灣因地狹人稠，故能源的利用絕大多數需仰賴進口以供應其使用量，為跟上世界趨勢以及提高能源自給，政府近年亦積極投入於加強我國之能源自主性與再生能源之發展。飼養禽類所產生之糞便廢棄物，若未經適當之前處理使其腐熟，直接做為肥料來使用極易造成環境衛生以及地力不均衡等問題，是當前需重視及改善之議題；且以雞糞廢棄物做為生質能燃燒發電之原料，除了可解決前述汙染問題以及提供多一種再生能源方式之外，亦沒有如火力發電之高溫室氣體排放、核能發電之人身安全疑慮以及其它種類再生能源發電之季節性空洞期問題，故有其值得進一步評估及發展之重要性存在。

本研究發現，在台灣養雞戶糞便處理，蛋雞戶通常清出雞糞後會先置於空地上曝曬、翻攪後方由卡車運送走售予雞糞商，而肉雞糞則是從場中清出後便直接由卡運送走售予雞糞商；雞糞清除的頻率方面，蛋雞糞因須先經曝曬之關係，故大部份約為 1~2 個月左右清除一次，而肉雞糞則是待雞隻長成後再將糞便整場一次清出，故大部分約為 3 或 4 個月清除一次；此外關於雞

糞之出售價格方面，目前蛋雞糞售價約為每袋 55~75 元左右（一袋約 30~50 公斤不等），而肉雞糞之計算方式則是以每隻雞來計價，約為每隻雞 0.8~1.2 元左右；在雞糞之供給意願方面，大多數之養雞戶是同意於提供雞糞予燃燒發電廠再利用的，但對於影響其提供雞糞與否之關鍵因素，以出售方式之不同對其有顯著差異性存在，即目前有償出售雞糞之養雞戶願意提供雞糞原料的比率為 94.70%，顯著高於目前無償給出雞糞之養雞戶比例 57.10%，而目前無償給出雞糞之養雞戶不願意提供雞糞原料的比率為 42.90%，顯著高於目前有償出售雞糞之養雞戶比例 5.70%；而目前出售雞糞方式為無償給出之雞農，其對於提供雞糞予燃燒發電廠之勝算比（同意機率／不同意機率）是目前出售雞糞方式為有償售出之雞農的 0.042 倍，故若是該雞糞燃燒發電方式於原料供給量有所不足時，則可藉由法令規定禁止直接使用生雞糞於農地，還能提高養雞戶提供雞糞予發電作為原料使用之意願。

在廠址選擇的部分，由於全國雞隻飼養數量之前第一名縣市為彰化縣，因此選擇以彰化縣作為廠址選擇之縣市；然而又根據彰化縣各鄉鎮之養雞場在養頭數挑選出在養數為前五名之鄉鎮進行廠址選擇。在所設定之發電廠燃燒量、選擇區域、各鄉鎮可提供產量等背景條件限制式之下，經線性規劃方法以運輸成本最小化為目標，結果以彰化縣芳苑鄉為最適合雞糞燃燒發電廠設立之鄉鎮，其運輸費用總成本為每日運送 300 公噸之雞糞花費約 6,138.65 元，且其所需要之雞糞原料供給範圍由芳苑鄉及二林鎮兩鄉鎮所組成即已足夠。於投資成本收益方面，在業者原料購買模式，以及政府補助程度下的投資報酬分析可以發現，1. 業者在有購料費支出的模式下皆無法在 15 期內獲利。2. 業者無購料費支出之獲利會較有購料費替代支出好。3. 政府給予其出建設經費補助越多，業者的還本期越短。

本文是由兩個不同的研究目的集結而成，第一部份是瞭解個別養雞戶提供雞糞的主觀意願。第二部分則是以客觀的條件、亦即在運輸成本最小的考量下，選出彰化縣內最適合設立燃燒發電廠的鄉鎮。這兩部分之研究目的是

各自獨立，並無法一如理想上完成連結主觀意願與客觀選址條件的作法，造成此一結果的最大限制是回收樣本數過小。因在僅有的 50 份小樣本下，如將此一主觀意願帶入燃燒發電廠的選址、恐怕會產生偏頗，亦即主觀上有高意願養雞場的所在鄉鎮、在客觀上未必是合宜的燃燒發電廠址的設置地點，連結主觀與客觀分析是一個未來可進一步發揮的方向。

投稿日期：2016 年 9 月 19 日

接受日期：2017 年 1 月 6 日

附註

1. 廢棄物之運輸單價 3 元之計算方式為：假設超級柴油每公升價格 20~30 元（能源局 2016 年彰化縣地區 19.63 元），以及 10 公噸貨車推算每噸公里基本運價為 2.84~3.15 元，故以 3 元估計之。參考網址：http://www.tolacu.com.tw/news5singo.asp?lain_news_id=23。

參考文獻

- 中興工程，2013。『雞糞資源化結案報告』。台北：中興工程顧問股份有限公司。
- 石林鎧，2006。「台灣未來生質能源發展初步評估」，『全球變遷通訊雜誌』。50期，1-6。
- 行政院農業委員會，2013。『畜禽統計調查結果』。台北：行政院農業委員會。取自
http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book_File.ashx?chapter_id=144_5_2。
- 行政院經濟部能源局，2008。『永續能源政策綱領』。台北：經濟部能源局。
- 行政院經濟部能源局，2009。『再生能源電能躉購費率審定會 98 年度第 2 次會議討論議案』。台北：經濟部能源局。
- 行政院經濟部能源局，2012。『100 年能源局年報』。台北：經濟部能源局。
- 行政院經濟部能源局，2013a。『101 年能源局年報』。台北：經濟部能源局。
- 行政院經濟部能源局，2013b。『能源供給表』。台北：經濟部能源局。
- 行政院經濟部，2009。『再生能源政策－民意調查報告書』。台北：行政院經濟部。取自
http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/main/content/wHandMenuFile.ashx?file_id=936。
- 呂涵靜，2008。「台灣疏伐木生產酒精和電力之成本效益分析」。碩士論文，台灣大學森林環境暨資源學系。
- 余政達、楊明浩、李英裕、蔡宏達，2006。「地方再生能源之潛力與經濟評估」，『中華民國環境保護學會學刊』。29 卷，1 期，11-28。
- 李偉嘉，2009。「台灣利用短輪伐期木質作物生產生質酒精之成本效益分析」。碩士論文，台灣大學森林環境暨資源學系。
- 李德威，2006。「建築廢棄物收容處理場所設置最佳區位評選之研究」。碩士論文，中央大學營建管理研究所。
- 施華，2010。「社區發展太陽能發電系統之成本效益評估」，『工業安全衛生月刊』。247 期，42-60。
- 陳得財，1997。「不同雞糞堆肥化模式之堆肥品質及成本效益之研究」。碩士論文，台灣大學畜產學研究所。
- 魏國棟，2004。「農業廢棄物有效利用之研究：固態衍生燃料產銷分析」，發表於台灣農業與資源經濟學會學術研討會。台北：台北大學。

- 蕭維澤，2014。「利用雞糞生質能發電之投資可行性分析—以彰化縣為例」。碩士論文，台灣大學農業經濟研究所。
- 藤間雅幸，2010。「日本宮崎縣互利共生的肉雞產業與雞糞發電介紹」，『畜產報導月刊』，123 期，13-19。
- Brown, L. R., J. Larsen, and B. Fischlowitz-Roberts, 2002. *The Earth Policy Reader*. New York: W. W. Norton & Company. 余政達、楊明浩、李英裕、蔡宏達，2006，引用於「地方再生能源之潛力與經濟評估」，『中華民國環境保護學會學刊』。29 卷，1 期，11-28。
- Campbell, H. F., and R. P. Brown, 2003. *Benefit-Cost Analysis: Financial and Economic Appraisal Using Spreadsheets*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Chastain, J. P., A. C. Valle, and K. P. Moore, 2012. "Using Broiler Litter as an Energy Source: Energy Content and Ash Composition," *Applied Engineering in Agriculture*. 28(4): 513-522.
- Fibrowatt, LLC, 2010. Energy Justice Network. Poultry Litter Incineration. Report: Air Pollution and Toxic Hazards Associated with Poultry Litter Incineration. 取自 <http://www.energyjustice.net/poultrylitter>.
- Flora, J. R. V. and C. Riahi-Nezhad, 2006. "Availability of Poultry Manure as a Potential Bio-Fuel Feedstock for Energy Production," Final Report. University of South Carolina: Department of Civil and Environmental Engineering. 取自 <http://citeweb.info/20061002929>.
- Gaunt, J. L. and J. Lehmann, 2008. "Energy Balance and Emissions Associated with Biochar Sequestration and Pyrolysis Bioenergy Production," *Environmental Science & Technology*, 42(11): 4152-4158.
- Greene, W. H. 2008. *Econometric Analysis*. 6th Edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Hu, M.C., C. H. Lin, C. A. Chou, S. Y. Hsu, and T. H. Wen, 2011. "Analysis of Biomass Co-Firing Systems in Taiwan Power Markets Using Linear Complementarity Models," *Energy Policy*. 39(8): 4594-4600.
- Jensen, K. L., R. K. Roberts, E. Bazen, R. J. Menard, and B. C. English, 2010. "Farmer

- Willingness to Supply Poultry Litter for Energy Conversion and to Invest in an Energy Conversion Cooperative,” *Journal of Agricultural and Applied Economics*. 42(1): 105-119.
- Kung, C. C., B. A. McCarl, and X. Cao, 2013. “Economics of Pyrolysis-Based Energy Production and Biochar Utilization: A Case Study in Taiwan,” *Energy Policy*. 60: 317-323.
- Lichtenberg, E., D. Parker, and L. Lynch, 2002. “Economic Value of Poultry Litter Supplies in Alternative Uses,” Policy Analysis Report, No. 02-02. Maryland: Center for Agricultural and Natural Resource Policy. 取自 http://www.arec.umd.edu/sites/default/files/_docs/CANRP%20Poultry%20Litter%20Report.pdf.
- Li, S., A. Wu, S. Deng, and W. Pan. 2008. “Effect of Co-Combustion of Chicken Litter and Coal on Emissions in a Laboratory-Scale Fluidized Bed Combustor,” *Fuel Processing Technology*, 89(1): 7-12.
- McCarl, B. A. and T. H. Spreen, 2002. *Linear Programming Modeling*. 取自 <http://agecon2.tamu.edu/people/faculty/mccarl-bruce/books.htm>.
- Martin, J. H. 2006. Options for Using Poultry Litter as a Source of Energy. 取自 <http://infohouse.p2ric.org/ref/05/04876.pdf>.
- Perera, P., R.P. Vlosky, R. Perera, and P. Darby, 2010. “Potential of Using Poultry Litter as a Feedstock for Energy Production,” Working Paper, No. 88. Louisiana: Forest Products Development Center.
- Whittington, A., 2007. “Availability of Poultry Litter as an Alternative Energy Feedstock: The Case of Mississippi,” Selected Paper Session, Mississippi State University: Southern Agricultural Economics Association.
- Zerbe, R. O. and A. S. Bellas, 2006. *A Primer for Benefit-Cost Analysis*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing. 呂涵靜，2008，引用於「台灣疏伐木生產酒精和電力之成本效益分析」。碩士論文，台灣大學森林環境暨資源學系。

附錄 問卷設計

「國內養雞業者參與區域性雞糞燃燒發電之意願調查」

問卷編號：_____

本計劃將規劃並評估在養雞場較密集的地區設立區域性集中雞糞燃燒發電，區域性集中雞糞燃燒發電廠規劃之條件如下：

1. 規劃地區：彰化地區
2. 雞糞種類：蛋雞糞、肉雞糞
3. 雞糞總收集量：每日處理 300 公噸雞糞 (約 11 萬噸/年)
4. 收集方式：雞糞以集運卡車載運
5. 雞糞提供條件：無償提供或有償收購
6. 處理方式：雞糞燃燒
7. 資源回收：發電販售
8. 效益分析：售電收益
9. 成本分析：報酬率、還本年限

敬請耐心填答相關資料，謝謝！

背景說明

禽畜糞朝向資源化處理就是將禽畜糞轉變成可以再回收利用的資源，例如雞糞燃燒發電等；以畜禽糞廢棄物來作再生能源的轉換是目前的國際新趨勢。如果農政單位在養雞場密集區設置雞糞燃燒發電廠，雞糞可以每日處理，不會造成臭氣及環境污染，並可以售電（或販售無機肥料）維持發電廠之營運，應該是另一種雞糞處理的選擇。

一、養雞戶飼養資料：

1. 場址所在地：(請勾選)

彰化縣 -

- 彰化市 鹿港鎮 和美鎮 線西鄉 伸港鄉 福興鄉
秀水鄉 花壇鄉 芬園鄉 員林鎮 溪湖鎮 田中鎮
大村鄉 埔鹽鄉 埔心鄉 永靖鄉 社頭鄉 二水鄉
北港鎮 二林鎮 田尾鄉 埤頭鄉 芳苑鄉 大城鄉
竹塘鄉 溪州鄉

2. 養雞場類別：(請勾選)

蛋雞場 肉雞場 其他：_____

3. 經營方式：(請勾選)

場主自營 租場經營 其他：_____

4. 場地飼養雞隻數：_____隻

5. 年飼養批數：_____批

6. 雞糞出售方式：(請勾選) 有償售出 無償給出**二、養雞戶雞糞相關議題：**

1. 目前處理雞糞方式：(請勾選)

直接清運出場無償給下游雞糞商 有償出售給下游雞糞商無償給下游堆肥場 有償出售給下游堆肥場先簡易堆置翻攪、曝曬乾燥自行零售 無償現場自取 無償給下游雞糞商有償出售給下游雞糞商 集中出售給下游堆肥場無償給下游堆肥場有自設之堆肥場(舍)處理堆肥品自行零售 堆肥品無償現場自取

堆肥品集中販售予下游經銷商

其它：_____

2. 每批雞糞產量：_____袋（每袋：_____公斤）

或每批雞糞產量：_____噸

3. 雞糞（或堆肥品）有償出售價格（現場提貨，僅有償出售者填此題）：

每袋_____元（一袋：_____公斤）或每公斤_____元

或每隻雞_____元

4. 雞糞之雞舍現場清除：

(1) 頻率（多久清一次）：_____

(2) 清除雞糞方式：（請勾選） 人工清除 機械清除

(3) 雞舍現場清除雞糞成本（含人工、機具用、油料等）：

（每公斤 每袋）_____元或每批_____元

或其他計算方式：_____

5. 清除出雞糞之現場前處理及儲存：（請勾選）

馬上清運出場

先現場前處理及儲存

(1) 集中曝曬，曝曬日數：_____天

(2) 定期翻攪（無 有，頻率：_____/_____/天 / 次）

三、意願調查：

1. 對於雞糞燃燒發電廠，您是否會願意供應雞糞：（請勾選）

同意 不同意

2. 若您同意供給雞糞燃燒發電方案，雞糞願售方式建議為：（請勾選）

同意無償提供（0 元）

需有償提供（到場提貨）：

3. 其他寶貴意見：

Investment Feasibility Analysis of Chicken Excrement Biomass Energy Generation

Te-Yen Hsieh^{*}, Jung-Jeng Su^{**}, Wei-Tse Hsiao^{***},
Ching-Cheng Chang^{****}, Shih-Hsun Hsu^{*****}

Advanced countries have increased their emphasis on renewable energy in recent years, while sources of energy in Taiwan depend mostly on imports, so in recent years, the government has been actively involved in strengthening the autonomy of Taiwan's energy autonomy and renewable energy development. Using chicken manure as the raw material for biomass power generation not only provides another option for renewable energy but also solves the problem of land pollution. In addition, comparing with other type of renewable energy it doesn't have the problem of seasonal vacancies. Therefore, there is value to researching and developing chicken manure biomass energy.

According to the questionnaire analysis, most manure suppliers agree to provide chicken manure for burning power plants. However, as with the factors of manure supply, there is significant difference between the supplies of manure. Furthermore, there is negative relationship between the agreement of provision of manure and price charge of manure. That is, the degree of agreement of manure provision is higher for free charge than that with charge.

Based on the objective consideration of the minimum transportation cost, Fangyuan township in Changhua County is determined to be the most suitable town to set up a chicken manure burning power plant. In terms of

* Ph.D. student, Department of Agricultural Economics, National Taiwan University.

** Associate Professor, Department of Animal Science and Technology, National Taiwan University. Corresponding Author. Email: jjsu@ntu.edu.tw.

*** M. S., Department of Agricultural Economics, National Taiwan University.

**** Research Fellow, Institute of Economics, Academia Sinica and Professor, Department of Agricultural Economics, National Taiwan University.

***** Professor, Department of Agricultural Economics, National Taiwan University.

the financial cost benefit analysis of the investment, analysis can be done regarding the level of government investment and raw material purchasing mode of the industry. If there are material expenditures by the industry, then they have no way to be profitable within 15 periods; the profitability of no material expenditure is better than the profitability of substitute material expenditure; the larger the initial construction grant the government gives to the industry, the shorter the industry's repayment period.

Keywords: *Biomass Burning Power, Questionnaire Analysis, Linear Programming, Investment Feasibility, Subsidy*